

## **Controle de qualidade microbiológica da água para consumo humano no Brasil: revisão sistemática**

**Microbiological quality control of water for human consumption in Brazil: systematic review**

**Control microbiológico de la calidad del agua para consumo humano en Brasil: revisión sistemática**

Recebido: 23/11/2022 | Revisado: 30/11/2022 | Aceitado: 01/12/2022 | Publicado: 09/12/2022

**Carlos Eduardo da Silva Pires**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5524-4040>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [carlosassfar21@gmail.com](mailto:carlosassfar21@gmail.com)

**Emilly Cristina Almeida Regis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0774-8236>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [emillycristina.ar@gmail.com](mailto:emillycristina.ar@gmail.com)

**José Aylton Cadena Andrade**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7335-6409>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [joseaylton85@gmail.com](mailto:joseaylton85@gmail.com)

**Marcia Bastos da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3572-3340>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [bastosmarcia011@gmail.com](mailto:bastosmarcia011@gmail.com)

### **Resumo**

O consumo de água pelo ser humano é indispensável, porém, ela deve estar isenta de contaminações, que sejam química, física, biológica ou microbiológica, e para isso devendo tratá-la conforme regras estabelecidas por órgãos fiscalizadores ou de saúde pública contribuindo para eliminar possíveis microrganismos existentes nela antes do seu consumo. O objetivo geral é analisar a importância da qualidade microbiológica da água para o consumo humano e o impacto na saúde dos humanos que a água não tratada pode causar. Foi realizada a revisão sistemática de artigos científicos, utilizando-se o método PRISMA de estudos publicados entre os anos de 2012 à 2022 escritos em português, inglês e espanhol em base de dados digitais Scielo e PubMed que foram selecionados e analisados os dados referentes ao tema citado para compor o corpo e o desenvolvimento deste artigo de revisão em forma de resumos explicativos descritivos para melhor compreensão dos dados coletados. Foram coletadas informações de 19 artigos, sendo 10 principais e 9 de reforço, dentre as informações coletadas, obteve-se testes em reservatórios, em escolas, fontes independentes e a situação em que o Brasil se encontra relativa à cobertura e qualidade microbiológica da água. O Brasil tem evoluído lentamente na cobertura e no controle de qualidade da água. Onde se conclui que profissionais especializados como os Farmacêuticos, podem contribuir para a coleta e análise de amostras, contribuindo com seus achados para alertar os tomadores de decisão sobre as possibilidades de ocorrências de doenças devido a contaminação da água servida a população.

**Palavras-chave:** Controle microbiológico; Água; Qualidade.

### **Abstract**

The consumption of water by human beings is indispensable, however, it must be free of contamination, whether chemical, physical, biological or microbiological, and for that reason it must be treated according to rules established by inspection or public health agencies, contributing to eliminate possible microorganisms existing in it before consumption. The general objective is to analyze the importance of the microbiological quality of water for human consumption and the impact on human health that untreated water can cause. A systematic review of scientific articles was carried out, using the PRISMA method of studies published between the years 2012 to 2022 written in Portuguese, English and Spanish in Scielo and PubMed digital databases, which were selected and analyzed the data related to the theme quoted to compose the body and development of this review article in the form of descriptive explanatory summaries for a better understanding of the collected data. Information was collected from 19 articles, 10 main and 9 reinforcing, among the collected information, tests were obtained in reservoirs, in schools, independent sources and the situation in which Brazil finds itself regarding the coverage and microbiological quality of water. Brazil has evolved slowly in coverage and water quality control. Where it is concluded that specialized professionals such as Pharmacists, can contribute to the collection and analysis of samples, contributing with their findings to alert decision makers about the possibilities of disease occurrences due to contamination of the water served to the population.

**Keywords:** Microbiological control; Water; Quality.

## Resumen

El consumo de agua por parte del ser humano es indispensable, sin embargo, debe estar libre de contaminación, ya sea química, física, biológica o microbiológica, por lo que debe ser tratada de acuerdo a las normas establecidas por los organismos de inspección o salud pública, contribuyendo a eliminar posibles microorganismos existentes en él antes de su consumo. El objetivo general es analizar la importancia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano y el impacto en la salud humana que puede causar el agua no tratada. Se realizó una revisión sistemática de artículos científicos, utilizando el método PRISMA de estudios publicados entre los años 2012 a 2022 escritos en portugués, inglés y español en las bases de datos digitales Scielo y PubMed, de los cuales se seleccionaron y analizaron los datos relacionados con la temática citada. componen el cuerpo y desarrollo de este artículo de revisión en forma de resúmenes descriptivos explicativos para una mejor comprensión de los datos recopilados. Se recopiló información de 19 artículos, 10 principales y 9 de refuerzo, entre la información recopilada se obtuvieron pruebas en reservorios, en escuelas, fuentes independientes y la situación en la que se encuentra Brasil en cuanto a la cobertura y calidad microbiológica del agua. Brasil ha evolucionado lentamente en cobertura y control de calidad del agua. Donde se concluye que profesionales especializados como los Farmacéuticos, pueden contribuir con la recolección y análisis de muestras, contribuyendo con sus hallazgos a alertar a los tomadores de decisiones sobre las posibilidades de ocurrencia de enfermedades por contaminación del agua servida a la población.

**Palabras clave:** Control microbiológico; Agua; Calidad.

## 1. Introdução

O planeta Terra, apesar de ter esse nome, é composto em sua maioria por água (Voiland, 2014), constituída por moléculas atômicas essenciais, tais como o oxigênio e hidrogênio e pode se apresentar em formas diferentes, líquida, gasosa e sólida (Junior; Caetano, 2020). A Organização das Nações Unidas (ONU) por meio da UNESCO, estima atualmente que algo em torno de 1 bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não dispõe de acesso a água tratada.

E, esse percentual sobe para 43 % se levar-se em conta as pessoas que não dispõem de saneamento básico adequado, o que representa algo em torno de um bilhão e 800 milhões de pessoas e que a má qualidade das águas é responsável por algo de 10 milhões de mortes por doenças intestinais transmitidas pela água (UNESCO, 2022).

Estima-se que até 2030, 700 milhões de pessoas podem se tornar refugiadas devido à falta de água potável. Sua deficiência é causada principalmente pelo uso irracional desse recurso natural. Descobriu-se que o desperdício de água, a gestão ineficiente dos recursos hídricos e a falta de infraestrutura levam ao fato de que milhões de pessoas sofrem com a escassez de água, muitas morrem de doenças associadas à falta de abastecimento adequado de água, saneamento e higiene (Neto; D'Ávila, 2021).

O consumo de água pelo ser humano é indispensável, porém, ela deve estar isenta de contaminações, que sejam química, física, biológica ou microbiológica, e para isso devendo tratá-la conforme regras estabelecidas por órgãos fiscalizadores ou de saúde pública contribuindo para eliminar possíveis microrganismos existentes nela antes do seu consumo (Brasil, 2014). Questões relacionadas a uso e gestão dos recursos hídricos são considerados estratégicos por sua importância para manutenção da vida na Terra. Segundo o Ministério do Meio Ambiente do Brasil, o País possui 1/3 de toda água doce do mundo. O que além da responsabilidade ambiental de conservação e proteção, demanda uma responsabilidade social do seu uso (ANA, 2015).

Observa-se assim que não basta ter água, essa precisa ter qualidade para que essa seja potável, isto é, que a água possua níveis seguros ou aceitáveis que permita o consumo humano, ou que os contaminantes foram reduzidos a níveis baixos tornando-a saudável para seu consumo seguro para humanos, animais e outros usos (ANA, 2015).

Sabe-se que a qualidade da água é um conjunto de características físicas, químicas e biológicas com parâmetros específicos visando a verificação da conformidade para a sua utilização. A Amazônia, reconhecidamente possui o maior manancial do mundo, o estado do Amazonas, em suas dimensões continentais tem uma das maiores biodiversidades e disponibilidade de recursos hídricos do mundo afirma o Ministério do Meio Ambiente (ANA, 2011).

No Brasil o consumo de água aumentou dos últimos 20 anos, saindo de 640 m<sup>3</sup>/s para 965 m<sup>3</sup>/s, e estima-se que nos próximos 20 anos este consumo aumente exponencialmente (Engie, 2022). A maior parte do consumo de água está concentrada

no agronegócio, de onde sairá mantimentos a serem consumidos pelas pessoas, seguida pela indústria e apenas 25,9% de toda a água distribuída é destinada ao consumo humano (ANA, 2015).

Esse monitoramento qualitativo tem como parâmetros, os valores definidos em legislação específica, neste caso por meio da Portaria de Consolidação (PRC) nº 5 de 28 de setembro de 2017, de autoria do Ministério da Saúde em substituição a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 e que entre outras normativas dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A pesquisa almeja responder a uma inquietação dos autores: como o controle de qualidade da água de consumo humano pode influenciar na saúde da população?

O objetivo principal deste estudo consiste em analisar a importância da qualidade microbiológica da água para o consumo humano e o impacto na saúde dos humanos que a água não tratada pode causar. Especificando: identificar nas legislações brasileiras referentes os aspectos que envolvem o uso de água para o consumo humano e animal; compreender os processos de controle de qualidade aplicados a análise microbiológica da água; discorrer sobre os impactos na saúde humana relacionados ao consumo de água não tratada.

## 2. Metodologia

A metodologia adotada por este estudo, para que seja possível atingir o objetivo, foi através do método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) que é um conjunto mínimo de itens baseado em evidências para relatórios em revisões sistemáticas e meta-análises. O PRISMA se concentra principalmente no relato de revisões avaliando os efeitos das intervenções, mas também pode ser usado como base para relatar revisões sistemáticas com objetivos diferentes de avaliar intervenções, por exemplo, avaliar etiologia, prevalência, diagnóstico ou prognóstico (Dresch; et al., 2015).

A revisão sistemática constitui-se nas palavras de Roever (2020), do uso do método PRISMA para o pesquisador identificar estudos e pesquisas confiáveis e rastreáveis devidamente rastreáveis e que dá credibilidade ao estudo. Dessa forma, aplicando-se análises sistemáticas em artigos publicados em plataformas virtuais renomadas como Scielo e Pubmed, nas quais abordam conteúdos concernentes ao tema citado neste estudo, foram selecionados os estudos para compor todo o processo de desenvolvimento deste artigo.

Para que a busca direta foi necessária a utilização de recursos digitais como computador e acesso à internet para identificar-se estudos para desenvolver as análises e a busca nas plataformas virtuais deu-se utilizando as seguintes palavras-chave: “tratamento de água potável”, “consumo de água purificada”, “controle microbiológico da água para consumo humano”, “consumo de água não tratada”, “Controle de qualidade da água potável”, “análise da água potável” e “controle de qualidade da água”.

Os seus congêneres na língua inglesa, tratamento de água potável”, “consumo de água purificada”, “controle microbiológico da água para consumo humano”, “consumo de água não tratada”, “Controle de qualidade da água potável”, “análise da água potável” e “controle de qualidade da água”. Da mesma forma utilizou-se essas expressões em espanhol .... esses descritores foram utilizados fazendo correlações entre si por meio de expressões booleanas como “e” / “ou”; “and” / “or” e “y” / “o” conforme o idioma da pesquisa.

Desta forma foi possível analisar artigos de estudos que constituirão base bibliográfica a ser utilizada nesta revisão de acordo com os critérios de inclusão e exclusão definidos neste estudo. Os critérios de inclusão neste estudo foram de artigos escritos em português, em inglês e em espanhol, que abordem sobre o controle de qualidade da água utilizada para consumo humano no Brasil nos últimos 10 anos, assim como a legislação aplicável para se garantir a qualidade da água consumida.

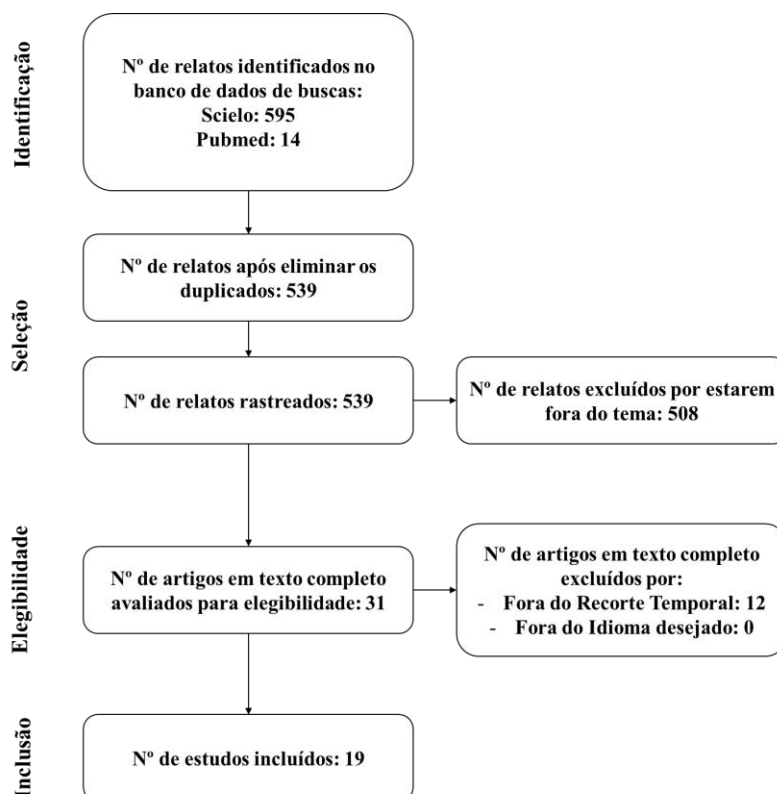
Os dados foram analisados a partir do método dedutivo e da abordagem qualitativa, onde os dados coletados foram transformados em resumos explicativos envolvendo processos de obtenção das águas, quadros para expressar os dados relacionados ao estado final e distribuição das águas obtidas e parâmetros de controle de qualidade da água utilizada pelos

humanos para melhor visualização e compreensão dos dados coletados pelos autores. Assim, os dados foram cruzados e interpretados tanto em quantidade como em qualidade para se constatar a melhor forma de como identificar o controle de qualidade microbiológica da água para consumo humano.

### 3. Resultados e Discussão

Para desenvolver este artigo, foi necessário desenvolver mecanismos de organização dos artigos que foram dispostos neste artigo, e para isto, utilizou-se fluxograma autoexplicativo (Figura 1) e programas como o Rayyan, afim de aplicar os critérios de inclusão e exclusão com maior facilidade e tornar o conteúdo mais fidedigno.

**Figura 1 - Metodologia de Seleção de Artigos.**



Fonte: Elaborado pelos Autores.

O caminho traçado segue da seguinte forma: a identificação dos artigos nas bases de literaturas científicas, identificação e exclusão de arquivos duplicados, exclusão dos artigos fora do tema, seleção dos artigos dentro dos anos que se deseja incluir no presente estudo e chegando nos artigos que de fato serão utilizados. Dessa forma dos 539 estudos rastreados, 508 demonstraram-se ou com estudos poucos relevantes ou fora do tema, onde sei identificou 31 estudos elegíveis onde após excluir os 12 estudos fora do recorte temporal onde foram classificados 19 artigos dentro dos critérios pedidos, porém será usado apenas os 10 para a confecção da Quadro 1, onde se demonstra os artigos mais relevantes para esta revisão sistemática.

**Quadro 1** - Estudos Seleccionados.

Nº	Autores/Ano	Título/Artigo	Tipo de Estudo	Objetivo	Conclusões
1.	Grott, S. C. et al., (2016)	Detecção de cistos de <i>Giardia</i> spp. e oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil	Estudo transversal, observacional e analítico	Avaliar presença de dados do município de estações de tratamento em água bruta das estações de tratamento em SC, Brasil.	A água tratada teve 76,48% da turbidez dentro dos padrões estabelecidos na Portaria 2914/2011, e 23,52% estavam com turbidez mais altas que esses padrões, a identificação irregular de protozoários perigosos e a precisão de se desenvolver medidas de proteção dos mananciais e o devido tratamento do esgoto.
2.	Marques, G. R. A et al., (2013)	Água de abastecimento público de consumo humano e oviposição de <i>Aedes aegypti</i>	Estudo transversal, observacional e analítico	Analisar o efeito da qualidade da água de reservatórios domésticos de abastecimento público na resposta oviposicional de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> .	Concluiu-se que os reservatórios domésticos influenciam na colocação de ovos de mosquitos fêmeas de <i>Ae. Aegypti</i> , causadas pela concentração de nitrogênio amoniacal altas nesse tipo de reservatório.
3.	Silva, L. J.; Lopes, L. G.; Amaral, L. A. (2016)	Qualidade da água de abastecimento público do município de Jaboticabal, SP	Estudo transversal, observacional e analítico	Avaliar a dinâmica populacional de indicadores microbiológicos e parâmetros físico-químicos da qualidade da água em diferentes pontos de uma estação de tratamento de água do tipo convencional, do sistema de distribuição e dos mananciais de abastecimento do município de Jaboticabal, São Paulo, nas estações chuvosa e de seca.	Conforme os pontos analisados, as principais amostras fora preconizações, foram dos reservatórios domésticos, trazendo a precisão de uma educação para a população. A turbidez da água pode ser melhorada com condições superiores dentro dos processos de tratamento da água, principalmente no inverno.
4.	Waideman, M. A. et al., (2020)	Enterococci used as complementary indicator of fecal contamination to assess water quality from public schools in the city of Curitiba, Paraná, Brazil	Estudo transversal, observacional e analítico	Avaliar a qualidade da água potável de 45 escolas públicas da cidade de Curitiba, Brasil.	Foi comprovada uma qualidade inapropriada para água potável representando um risco iminente a saúde dos alunos, já que foi identificado a presença de enterococos. Faz-se necessário que o processo de desinfecção da água seja feita mais criteriosamente pelas escolas facilmente disseminados para outras pessoas.
5.	Sanches, S. M. et al., (2015)	Chemical and microbiological analysis of public school water in Uberaba Municipality	Estudo transversal, observacional e analítico	Avaliar a qualidade da água consumida por escolares da cidade de Uberaba, a partir de análises químicas para determinar os teores de cloro residual livre e os teores de cromo, cobre, manganês, chumbo e cádmio. Também foi realizada análise microbiológica para determinação de coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> , utilizando-se os valores estabelecidos pela Portaria nº. 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde como parâmetros para água potável segura.	Já a qualidade microbiológica, para coliformes totais 31,25% e para <i>E. Coli</i> 65,625% das amostras analisadas estavam fora dos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914, 2011, do Ministério da Saúde, inclusive na Escola A foi observado numeros inaceitáveis de coliformes totais em todas as amostras. Foi observado também que a concentração do cloro de todas as escolas estavam com valores abaixo do mínimo e com valores acima do permitido na concentração de metais, como cromo, manganês e chumbo.
6.	Colet, C. et al., (2021)	Qualidade microbiológica e perfil de sensibilidade a antimicrobianos em águas de poços artesianos em um	Estudo experimental, com abordagem quantitativa	Determinar e quantificar coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> , bem como avaliar o seu perfil de sensibilidade a antimicrobianos em águas de poços artesianos da área rural de	A água de grande parte dos poços artesianos analisados demonstrou padrões fora do recomendado para o consumo humano, sendo positivados para <i>E. coli</i> , coliformes totais e bactérias resistentes e termoresistentes.

		município do noroeste do Rio Grande do Sul		um município do noroeste do Rio Grande do Sul.	
7.	Mendonça, M. H. M. et al., (2017)	Análise bacteriológica da água de consumo comercializada por caminhões-pipa	Estudo transversal, observacional e analítico	O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade bacteriológica da água para consumo direto (ingestão) comercializada por caminhões-pipa, destinada ao abastecimento da cidade de Caruaru-PE.	Os resultados revelaram a presença dos grupos bacterianos testados na maioria das amostras analisadas. Foi verificado que o tempo era um fator que contribuía para o aumento do índice de contaminação. Conclui-se que esse tipo de comércio acaba fornecendo uma água que não atende aos requisitos de potabilidade e com um alto risco de contaminação, sendo imprópria para o consumo humano.
8.	Oliveira, J. S. C. et al., (2017)	Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental	Estudo descritivo	Analisar eventuais perigos à saúde relacionados às características das SAIs cadastradas, integrando dados relativos à notificação de casos de DDA na área urbana e rural de um município localizado na Zona da Mata mineira.	Soluções Alternativas Individuais (SAIs) caracterizam em um perigo silencioso, já que a alta cobertura deste serviço na área rural (98%) e a demanda da área urbana faz com que o consumo de água controle de qualidade inexistentemente aconteça na mesma proporção. Reforça-se que seja feitos mais investimentos na Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VQACH), no saneamento e na ampliação de abastecimento de água tratada no município, para diminuir riscos à saúde da população.
9.	Motta, M. B.; Neumann, E. (2020)	Hazard assessment and categorization of microbiological risk in a water treatment and distribution system located in a municipality in the interior of Minas Gerais, Brazil	Estudo transversal, observacional e analítico	O objetivo desta pesquisa é criar um modelo de trabalho para transformar dados brutos em dados conceituais relacionados aos níveis de risco classificados em baixo, médio e alto.	Diante dos resultados apresentados, o sistema analisado foi categorizado como de “Alto Risco”, já que as amostras analisadas obtinham altos níveis, de <i>E. coli</i> e coliformes totais que variavam entre a saída de tratamento e na rede de distribuição.
10.	Araujo, L. F. et al., (2022)	Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019	Estudo descritivo	Avaliar a cobertura do abastecimento e a qualidade da água distribuída no Brasil em 2019.	A cobertura de água no Brasil supera aos 80%, porém uma pequena parcela, que representa muitas pessoas, e eventuais pacientes, ainda não foram cobertos pelo abastecimento de água tratada, afirmando que essa cobertura não corresponde ao cenário real e absoluto dos brasileiros em 2019.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

O processo de tratamento da água que chega ao consumo humano é feito de acordo com as exigências da Anvisa conforme a portaria gm/ms nº 888, de 4 de maio de 2021, onde estabelece que a água deve seguir os seguintes passos para ser tratada e chegar ao lar das pessoas:

- Gradeamento e desarenador, nessa primeira etapa grandes resíduos são impedidos de passar para as próximas etapas;
- Pré-cloração e pré-alkalinização, nesta etapa é adicionado cloro para que a oxidação de metais e materiais orgânicos aconteça e adição de cal ou soda afim de normalizar o pH em estado aceitável para as próximas etapas;
- Coagulação, onde a água é submetida a coagulantes afim de agrupar sujidades;
- Floculação, esse processo é formado os flocos de sujidade;



- Decantação, processo onde os flocos de sujidades são levados ao fundo do recipiente pela lei da gravidade;
- Filtração, onde os flocos decantados são eliminados e a água livre desse agrupamento é conduzida para a próxima etapa do tratamento;
- Desinfecção, apesar da água passar pela retirada de uma boa parte da sujidade vista a olho nu, ainda resta micro sujidades as quais precisam ser eliminadas passando por processos físico-químicos chamado de desinfetante eliminando bactérias, protozoários, fungos, bactérias e entre outros;
- E por fim a Fluoretação onde é adicionado flúor e fazer o controle de cáries na população (Neowater, 2021).

Não é de hoje que se discute a intensa ação antrópica sobre os recursos hídricos com possibilidade de escassez associada a fatores como a ausência de planejamento dos assentamentos urbanos, os equívocos no manejo do uso do mineral e a ineficácia de distribuição da água que traz como consequências desperdícios, inclui-se ainda a baixa consciência do brasileiro em relação à escassez deste recurso (Colet et al., 2021).

Frente a constante ação antrópica, que é um forte fator que influencia no Índice da Qualidade da Água (IQA). Percebe-se que o forte apelo turístico que os recursos naturais aliado a exploração comercial de seus recursos minerais, pode ter influência na qualidade da água disponibilizada aos moradores e visitantes da cidade (UNESCO, 2022).

É de conhecimento público que o crescimento desordenado de comunidades gera o aumento da demanda de necessidades básicas relacionadas a infraestruturas de saneamento, entre eles a demanda por um eficiente sistema de abastecimento de água própria para o consumo humano dos moradores do local (Oliveira et al., 2017).

No que se refere ao sistema de captação de águas essas são avaliadas partir do Índice de Qualidade da Água (IQA). Com isso, os valores do IQA são classificados por faixas, que variam entre os estados brasileiros no Quadro 2 destacou-se os parâmetros utilizados no estado do Amazonas.

**Quadro 2** - IQA utilizados em estados Brasileiros.

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP, <u>AM</u>	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	<b>80-100</b>	<b>Ótima</b>
71-90	<b>52-79</b>	<b>Boa</b>
51-70	<b>37-51</b>	<b>Razoável</b>
26-50	<b>20-36</b>	<b>Ruim</b>
0-25	<b>0-19</b>	<b>Péssima</b>

Fonte: Brasil (2017).

O tratamento da água é de extrema importância, isso se dá ao fato de que nas águas existentes em mananciais, rios, lagos e em outros reservatórios naturais, a água está livremente exposta a diversos contaminantes dos quais podem afetar a saúde humana, e para que ela esteja própria para o consumo das pessoas ela deve estar limpa e com contaminantes dentro das condições aceitáveis, como mostra um estudo feito em quatro Estações de Tratamento de Água (Grott et al., 2016). Com base nessas primícias reproduz-se no Quadro 3, os parâmetros definidos na Portaria Consolidada 05/2017.

**Quadro 3** - Parâmetros micro biológicos estabelecidos na PC 05/2017.

Tipo de água		Parâmetro		VMP(1)
Água para consumo humano		Escherichia coli(2)		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: Brasil (2017).

Em termos operacionais, depois de coletadas diretamente dos mananciais, as águas passam pelos tratamentos de água e são armazenadas para então serem distribuídas e/ou novamente reservadas em domicílios para a posterior utilização. Em estudos de controle de qualidade microbiológico da água feitos nesses reservatórios, identificou-se algumas regularidades e irregularidades na qualidade microbiológica das águas reservadas (Grott et al., 2016).

Estudos indicam uma relação da quantidade elevada de um semioquímico utilizado no controle microbiológico da água, nitrogênio amoniacal, tornando-se um atrativo dos mosquitos fêmeas reprodução do mosquito *Aedes aegypti*, para a ovoposição (Marques et al., 2013).

Quando as águas distribuídas chegam ao seu local de destino, faz-se necessário que o controle de qualidade da água continue sendo feito, pois na maioria das vezes água faz um trajeto longo e obscuro até chegar nas torneiras. Em testes de controle microbiológico de água potável feitos em escolas mostram parâmetros irregulares, devido a contaminação por tubulações quebradas ou ligações clandestinas (Waideman et al., 2020).

Porém, essa contaminação não ocorre somente na rede oficial de distribuição de água. Alguns tipos de fontes independentes por mais que a informação esteja em um patamar abrangedor e mais avançado na atualidade, ainda não é possível confiar que os processos de tratamento de água estejam sendo feitos de maneira correta, ou seja, que estejam dentro dos padrões estabelecidos, dos quais foram estabelecidos diante de inúmeros testes e provas de confiabilidade, é o que acontece com os poços artesianos (Araujo et al., 2022).

No estudo desenvolvido em município de Rio Grande do Sul, onde foram coletadas amostras de 40 poços artesianos, divididos em 25 no domínio do SAC e 15 do SAI. Foi-se analisada tanto a concentração de *E. coli* quanto de coliformes totais. Nos poços sob domínio do SAC apresentou: 80% de coliformes totais e 20% para *E. coli*, enquanto que os poços sob domínio do SAI de 93% coliformes totais e 27% para *E. coli* (Colet et al., 2021).

Uma grande justificativa desses resultados é a utilização de encanação antiga para distribuição da água. Além disto, a realização de antibiograma com 8 antibióticos, revelou que em 5 deles o crescimento dos microrganismos não foi inibida, somente 3 inibiram o crescimento, o que revela uma resistência potencialmente perigosa para a saúde dos brasileiros que consomem essa água. Isso representa a incapacidade dos órgãos diante do controle de qualidade da água (Colet et al., 2021).



Fontes independentes como a água comercializadas em caminhões pipa, onde apresentaram resultados positivos tanto para coliformes totais alterados quanto para presença de *E. coli*. Neste estudo realizado em Caruaru-PE, com 10 amostras divididos em 2 dois períodos de tempo diferente em 5 caminhões pipas, observou-se que contagens de coliformes totais e termotolerantes, *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias heterotróficas estavam presentes em 90% das amostras fora dos padrões preconizados, o que demonstra que a água comercializada em caminhões pipa são inapropriadas para consumo humano, por ter um controle de qualidade microbiológica totalmente comprometido (Mendonça et al., 2017).

Para que o controle de água seja de fato feito, é necessário implantar técnicas e ferramentas eficazes, afim de amenizar os transtornos causados por infecções via consumo de água, como por exemplo: as soluções individuais, onde estudo feito em Viçosa-MG, se mostraram eficazes, porém, a falta de investimentos, ainda prejudica a implantação destes métodos (Oliveira et al., 2017), o sistema SODIS, e avaliada para implantação em comunidades ribeirinhas em Belém, tem resultados que se mostram bem sucedidos no controle de qualidade microbiológica da água e de baixo custo de implantação, principalmente com a participação da população objetivada (Lobo et al., 2013), a aplicação da prata em substratos cerâmicos, que aumentam a vida útil de filtros utilizados (Rosário et al., 2019).

Já técnicas comumente utilizadas, muito se questiona a real qualidade de sua implantação, como o filtro de carvão ativado biológico, implantado em torneiras domiciliares, isso porque podem ocasionar em biofilmes patológicos que possam ser ingeridos (Westphalen; Corção; Benetti, 2016). Em estudo feito em Minas Gerais, diante das análises que foram feitas, o sistema de tratamento de água não foi capaz de padronizar a água para consumo humano, um erro que pode causar uma desestabilização na sociedade como um todo (Motta; Neumann, 2020).

Tais fatores se tornam importantes, do ponto de vista da qualidade da água, uma vez que a cobertura de abastecimento de água no Brasil ainda não é 100%, é o que diz um estudo feito recentemente, no qual dificulta o controle microbiológico da água consumida pelos brasileiros, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste até 90% da população é atendida, e na região Norte 58% da população é atendida, onde 42% da população não tem abastecimento de água própria para o consumo e Nordeste 73,9%, a região nordeste apresenta a pior qualidade de água, segundo o estudo que analisou as amostras e comparou com as regiões (Araujo et al., 2022).

Há de se destacar que proprietários de empresas de saneamento básico são tendenciosos, visto que, escolhem cidades/municípios com maiores demandas, visando a geração de lucros maiores, e sugere-se que projetos de lei possam mudar essa realidade no Brasil. Porém as competências que são delegadas aos órgãos capacitados, não estão sendo feitas com equidade, o que não permite o acesso a água tratada para 100% dos brasileiros (Lucena et al., 2013).

Como já visto, a água é um produto essencial para a sobrevivência humana, mas se estiver contaminada, será um produto essencial para causar doenças. Estudo feito no Distrito Federal aponta que a principal causa de diarreias e hepatite A são causadas pelo consumo de água contaminada, principalmente nos períodos de racionamento (Castro et al., 2019).

Já que fatores climáticos podem piorar a qualidade da água, principalmente nos períodos chuvosos, onde boa parte dos contaminantes são arrastados aos mananciais e no período de seca, onde a água está mais concentrada e assim, também, os contaminantes (Rodrigues; et al., 2019).

O planeta Terra, apesar de ter esse nome, é composto em sua maioria por água (Voiland, 2014), constituída por moléculas atômicas essenciais, tais como o oxigênio e hidrogênio e pode se apresentar em formas diferentes, líquida, gasosa e sólida (Junior; Caetano, 2020).

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima atualmente que algo em torno de 1 bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não dispõe de acesso a água tratada. E, esse percentual sobe para 43% se levar-se em conta as pessoas que não dispõem de saneamento básico adequado, o que representa algo em torno de um bilhão e 800 milhões de pessoas e que

a má qualidade das águas é responsável por algo de 10 milhões de mortes por doenças intestinais transmitidas pela água (UNESCO, 2022).

Estima-se que até 2030, 700 milhões de pessoas podem se tornar refugiadas devido à falta de água potável. Sua deficiência é causada principalmente pelo uso irracional desse recurso natural. Descobriu-se que o desperdício de água, a gestão ineficiente dos recursos hídricos e a falta de infraestrutura levam ao fato de que milhões de pessoas sofrem com a escassez de água, muitas morrem de doenças associadas à falta de abastecimento adequado de água, saneamento e higiene (Lobo; et al., 2013).

Estima-se que cerca de 2 milhões de pessoas morrem a cada ano devido a doenças transmitidas pela água potável. Náusea e diarreia não são as mais perigosas causadas por microrganismos. Bactérias e vírus podem literalmente envenenar nossas vidas, causando doenças fatais (por exemplo, *Clostridium botulinum* - o agente causador do botulismo) ou indiretamente levando à morte (*Helicobacter pylori* - uma possível causa de câncer gastrointestinal) (UNESCO, 2022).

Para garantir que as bactérias e os vírus estejam presentes apenas em concentrações inofensivas à saúde após o tratamento da água, existem requisitos microbiológicos e regulamentares rigorosos para o monitoramento da qualidade da água potável, como demonstrado anteriormente, eles estipulam que a água potável não deve conter patógenos em concentrações que possam colocar em risco a saúde humana (Castro; et al., 2019).

Nos últimos anos, vários patógenos "novos", como campylobacter, EHEC-Escherichia coli e novo coronavírus (SARS-CoV-2) agente causador da COVID-19 foram adicionados a um grande número de patógenos conhecidos que podem entrar no corpo humano com água potável (Vargas; Azevedo, 2021).

Eles entram no ambiente aquático principalmente por meio de fezes humanas ou animais. Além dos patógenos, essas fezes geralmente contêm grandes quantidades de Escherichia coli e outras bactérias inofensivas. Ao monitorar rotineiramente a qualidade da água potável, é suficiente procurar esses organismos fecais típicos, ou seja, Escherichia coli ou enterococos, nas amostras de água. Essas bactérias são, portanto, chamadas de “organismos de exibição ou indicadores” (Mendonça et al., 2017).

Com esses dados microbiológicos de água potável para patógenos específicos são utilizados apenas se houver risco como resultado de incidentes no abastecimento de água ou se ocorrerem doenças com frequência, cuja experiência demonstrou estar associada à contaminação da água potável. Isto aplica-se à água bruta (coleta direta em mananciais – rios, lagos, igarapés, etc.), às fases de tratamento na rede de distribuição de água, à água potável quando sai da rede de distribuição, à água na rede de distribuição e - em casos suspeitos - também à água potável em instalações domésticas (Neto; D’avila, 2021).

Este tratamento se dá por causa da incidência anual de casos de infecções por: E. coli na qual pode causar tanto infecções no trato digestivo provocando episódios diarreicos e quanto do aparelho urinário; Aeromonas spp. podendo causar feridas cutâneas, infecção generalizada e também fezes diarreicas; vírus com alto potencial patológico como os rotavírus, enterovírus, adenovírus e até mesmo vírus da hepatite A, onde causa forte patologia no fígado, órgão de suma importância fisiológica (Araujo et al., 2022).

#### 4. Considerações Finais

Durante as pesquisas realizadas para este artigo, podemos observar o Brasil tem evoluído lentamente na cobertura e no controle de qualidade da água, investimentos, atualização em protocolos de controle microbiológico da água para consumo humano e implantação de novas ferramentas precisam ser feitos, além de um projeto de conscientização popular.

Assim, pode-se concluir que a preocupação em se analisar a qualidade da água que chegam às residências dos brasileiros. As análises de água potável geralmente devem ser realizadas apenas por especialistas certificados, como os farmacêuticos, que

também coletam as amostras.

A importância dessas análises microbiológicas em amostras de água, permitem aos tomadores de decisão a concentrar suas ações a partir dos chamados germes indicadores (*Escherichia coli*, bactérias coliformes, enterococos), são de grande importância na avaliação da qualidade da água.

Se germes indicadores forem encontrados na água potável, há contaminação fecal e a ocorrência de patógenos como salmonela ou vírus não pode ser descartada. O que permite a medidas de contenção e prevenção de doenças.

Do ponto de vista teórico, é necessário que análises de água sejam implantados com mais eficiência pelos órgãos fiscalizadores, e que possam traçar novas técnicas para o controle de qualidade microbiológica da água, e que assim amenizem a incidência de microrganismos patológicos na água para consumo humano.

Assim deixa-se como sugestão de novos estudos a análise da confiabilidade do controle de qualidade microbiológica das águas em várias regiões do Brasil e compará-los com os casos de ocorrência de doenças de origem hídrica.

## Referências

- ANA. Agência Nacional das Águas (2011). *Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica – Afluentes da Margem Direita (PERH-MDA)*. Brasília: ANA.
- ANA. Agência Nacional das Águas (2015). *Conjuntura dos recursos Hídricos no Brasil – informe 2014*. Brasília: ANA.
- Araújo, L. F. D., Camargo, F. P., Torres Netto, A., Vemim, N. S., & Andrade, R. C. D. (2022). Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27, 2935-2947. <https://www.scielo.br/j/csc/a/df4BcYHkpmXbth4pjyfmSp/abstract/?lang=pt>.
- Brasil, Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (2014). *A água, O Cidadão e a Caesb*. (3ª ed.): CAESB.
- Brasil, Ministério da Saúde (2017). *Portaria De Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde.
- Castro, R. S. D., Cruvinel, V. R. N., & Oliveira, J. L. D. M. (2020). Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil. *Saúde em Debate*, 43, 8-19. <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/kDsVZRQxJ4w4Z9YZCsc4w6w/abstract/?lang=pt>.
- Colet, C., Pieper, M., Kaufmann, J. V., Schwambach, K., & Pletsch, M. (2021). Qualidade microbiológica e perfil de sensibilidade a antimicrobianos em águas de poços artesianos em um município do noroeste do Rio Grande do Sul. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26, 683-690. <https://www.scielo.br/j/esa/a/LnNF5nbRqyqvwBTfCfXcL9B/>.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Júnior, J. A. V. A. (2015). *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman Editora.
- Engie (2022). Relatório mapeia consumo de água captada no Brasil. *Engie*. <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/relatorio-mapeia-o-consumo-de-agua-captada-no-brasil/>.
- Grott, S. C., Hartmann, B., Franco, R. M. B., & Goulart, J. A. G. (2016). Detecção de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 11, 689-701. <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/rfhRhY5qhNJP4Yp8bfTRmPR/abstract/?lang=pt>.
- Júnior, L., & Caetano, L. (2020). Serviço Geológico do Brasil - Água Como Substância. *CPRM*. [http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Agua-Como-Substancia1374.html#:~:text=A%20mol%C3%A9cula%20da%20%C3%A1gua%20%C3%A9,do%20oxig%C3%AAnio%20\(figura%202\)](http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Agua-Como-Substancia1374.html#:~:text=A%20mol%C3%A9cula%20da%20%C3%A1gua%20%C3%A9,do%20oxig%C3%AAnio%20(figura%202)).
- Lobo, M. A. A., Lima, D. M. B. D., Souza, C. M. N., Nascimento, W. A., Araújo, L. C. C., & Santos, N. B. D. (2013). Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18, 2119-2127. <https://www.scielo.br/j/csc/a/RjQ4Xp3HZgn4zvYWqgyMNxw/abstract/?lang=pt>.
- Lucena, R. G. R. D., Razzolini, M. T. P., Menezes, L. M. B. D., Marques, R. A. D. A., & Narvai, P. C. (2013). Significados da água na visão de lideranças de saúde. *Saúde e Sociedade*, 22, 1193-1204. <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/VJJMWFw7Yd6H4DrYvPWcnRq/abstract/?lang=pt>.
- Marques, G. R., Chaves, L. S. M., Serpa, L. L. N., Arduíno, M. D. B., & Chaves, F. J. M. (2013). Água de abastecimento público de consumo humano e oviposição de *Aedes aegypti*. *Revista de Saúde Pública*, 47, 579-587. <https://www.scielosp.org/article/rsp/2013.v47n3/579-587/>.
- Mendonça, M. H. M., Roseno, S. A. M., Cachoeira, T. R. L., Silva, Á. F. S., Jácome, P. R. L. D. A., & Jácome, A. T. (2017). Análise bacteriológica da água de consumo comercializada por caminhões-pipa. *Revista Ambiente & Água*, 12, 468-475. <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/vv4pjtHdPGNBD6LQRK3bmVx/abstract/?lang=pt>.

Motta, M. B., & Neumann, E. (2020). Hazard assessment and categorization of microbiological risk in a water treatment and distribution system located in a municipality in the interior of Minas Gerais, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, 15. <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/xDPkVgnkT4g48J6KCPCp6B/?format=html&lang=en>.

Neowater (2021). Estação de tratamento de água: como funciona e quais são as exigências legais. *Neowater*. <https://www.neowater.com.br/post/estacao-tratamento-agua-eta>.

Neto, C. M., & D'avila, R. (2021). *Tratamento de água para hemodiálise: conceitos e recomendações*. São Paulo: EDUC—Editora da PUC-SP.

Oliveira, J. D. S. C., Medeiros, A. D. M., Castor, L. G., Carmo, R. F., & Bevilacqua, P. D. (2017). Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. *Cadernos Saúde Coletiva*, 25, 217-224. <https://www.scielo.br/j/cadsc/a/dmzQCmGvmCzPFd8cF3DzQMn/abstract/?lang=pt>.

Rodrigues, S. A., Oliveira, P. A. D., Cervi, R. G., Trevizan, L. C., & Padovani, C. R. (2019). Canonical analysis of climatic factors associated with the quality characteristics of drinking water of a city in São Paulo State. *Revista Ambiente & Água*, 14. <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/rTd4yCMcGGCkH4FF9htCJTj/abstract/?lang=en>.

Roever, L. (2020). *Guia Prático de Revisão Sistemática e Metanálise*. Rio de Janeiro Thieme Revinter Publicações Ltda.

Rosário, J. A., Machado, G. R., Silva, J. M. M., de Souza, H. J., Hotza, D., & Boschi, A. O. (2019). Ancoragem da prata em substratos cerâmicos para tratamento de água de consumo. *Cerâmica*, 65, 541-546. <https://www.scielo.br/j/ce/a/9TY6SPMqRCHKFsnn5Z9yVf/?format=html>

Sanches, S. M., Muniz, J. M., Passos, C., & Vieira, E. M. (2015). Chemical and microbiological analysis of public school water in Uberaba Municipality. *Revista Ambiente & Água*, 10, 530-541. <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/HJtgY79KvsTgxzfVh9JDNR/abstract/?lang=en>.

Silva, L. J. D., Lopes, L. G., & Amaral, L. A. (2016). Qualidade da água de abastecimento público do município de Jaboticabal, SP. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21, 615-622. <https://www.scielo.br/j/esa/a/3MnPrXHDsgQbWgcQ6Q9DyFK/abstract/?lang=pt>.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2022). *UN World Water Development Report 2022: Groundwater: Making the invisible visible*. Paris: UNESCO.

Vargas, J. C. B., & Azevedo, B. B. (2021). Complexidade, leis de escala urbana e perdas na distribuição de água potável: análise da rede de cidades do sul do Brasil. *Ambiente Construído*, 21, 65-78. <https://www.scielo.br/j/ac/a/BWBgWkgmzxv5jZyNfQCyQSR/?format=html>.

Voiland, A. (2014). NASA: As águas subterrâneas desaparecendo da Terra. *Earth Observatory*. <https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/earthmatters/2014/11/05/earths-disappearing-groundwater/>.

Waideman, M. A., Teixeira, V. P., Uemura, E. H., Stamford, T. M., Leal, D. A. G., Stangarlin-Fiori, L., & Beux, M. R. (2020). Enterococci used as complementary indicator of fecal contamination to assess water quality from public schools in the city of Curitiba, Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23. <https://www.scielo.br/j/bjft/a/gzGQxspdsVZF6s6bGbFsR7M/abstract/?lang=en>

Westphalen, A. P. C., Corção, G., & Benetti, A. D. (2016). Utilização de carvão ativado biológico para o tratamento de água para consumo humano. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21, 425-436. <https://www.scielo.br/j/esa/a/3n8TGzfrxRTMcnqfhmgYV6C/abstract/?lang=pt>.